

## **Sommario**

Con il decreto 2006/25/CE viene tutelata la salute dei lavoratori esposti a radiazioni ottiche artificiali. Gli Ospedali sono tenuti ad adeguarsi alle nuove misure di sicurezza individuando e gestendo nel migliore dei modi i possibili rischi di sovraesposizione del personale alle ROA.

## **Introduzione**

Con il decreto europeo 2006/25/CE, recepito in Italia come Capo V del Titolo VIII del D.Lgs. 81 sulla sicurezza dei lavoratori, viene estesa la valutazione del rischio anche alle sorgenti di radiazioni ottiche artificiali dette ROA. Si amplia così una trattazione che considerava già le radiazioni ionizzanti: raggi X, raggi  $\gamma$  e i campi elettromagnetici. Inespugnabilmente il legislatore non ha incluso nel Capo V le radiazioni ottiche naturali, portando ad un vuoto normativo considerevole. Si pensi che la radiazione solare rientra nel gruppo degli agenti cancerogeni certi indicati dalla IARC – Agency for Research on Cancer.

Il decreto, in vigore dal 27 aprile 2010, tutela la salute e la sicurezza dei lavoratori in particolare per danni accidentali e non, all'occhio in tutte le sue parti (cornea, cristallino e retina) ed alla cute. Esempi di possibile danno sono: fotocheratite, fotoconguntivite, cataratta, lesioni della cornea, ustioni, fotoinvecchiamento della pelle e nei casi peggiori tumori cutanei.

Le sorgenti di rischio trattate fanno parte della categoria delle radiazioni non ionizzanti e hanno un intervallo di lunghezze d'onda  $\lambda$  compreso approssimativamente nel range tra i 100nm e 1mm. Si parla quindi di bande spettrali degli infrarossi IR, del visibile VIS e dell'ultravioletto UV. L'energia trasportata dal fascio si ricava dalla relazione  $E = h\nu$ , dove  $h$  è la costante di Planck e  $\nu$  è la frequenza, nel caso delle ROA  $E$  è compresa approssimativamente tra  $10^{-3}$ eV e 12eV.

Le sorgenti di ROA possono essere divise in coerenti e non coerenti. Un esempio di sorgente ROA coerente sono i L.A.S.E.R che generano onde monocromatiche ad alta brillantezza, concentrate in un fascio rettilineo estremamente collimato. Sono invece esempi di sorgenti ROA incoerenti tutti quei macchinari, comprese le lampade, i sistemi di lampade e i LED, che emettono radiazioni non in fase, policromatiche nello spettro ottico.

## **Decreto Applicato alle Strutture Ospedaliere**

Per ovvi motivi questa normativa tocca da vicino anche le attività sanitarie e gli Ospedali in particolare, basti pensare, per fare alcuni esempi, alle apparecchiature per la fototerapia neonatale, alle camere PUVA (terapie con Psoralene + raggi UVA ) per trattamenti dermatologici, ai laser chirurgici e terapeutici, alle lampade germicide utilizzate all'interno di cappe sterili, ai display di visualizzazione delle immagini e a tutte gli innumerevoli tipi di lampade per uso medico: scialitiche da sala operatoria, negatoscopi, lampade a fessura, a vapori di mercurio, allo xeno, polimerizzanti, lampade pulsate (IPL Intense Pulsed Light), lampade di Wood.

Con le opportune strategie, gli ospedali devono dunque adottare e rendere operative le nuove linee guida europee. Essendo un decreto valido per qualsiasi tipo di situazione lavorativa tocca alle strutture tecniche degli ospedali farsi parti dirigente in questa operazione, tipicamente vi è un coinvolgimento delle UU.OO. di Ingegneria Clinica, SPPA (Servizio di Prevenzione e Protezione Aziendale), Servizi Tecnici, Fisica Sanitaria. È un lavoro a 360° che richiede, oltre che competenze tecniche in materia di laser e ottica, una conoscenza specifica della struttura ospedaliera e un solido rapporto con i medici, i responsabili di reparto e gli infermieri.

## **Possibile Strategia di Gestione del Rischio**

Un ospedale è una struttura complessa, occorre perciò scomporre il problema in parti più semplici cercando di ottenere, nei casi migliori, una situazione di totale sicurezza per il personale o provvedendo a contenere al massimo il rischio di incidente. Ovviamente vanno valutati anche i costi di tale manovra e l'effettivo impiego di risorse umane e di tempo.

Come primo passo occorre che si identifichino le classi a rischio del proprio parco macchine seguendo le indicazioni del decreto e usando ovviamente il "buon senso". Questo censimento può essere fatto acquisendo dati utili sulle apparecchiature "sospette" dai rispettivi manuali operativi e

di servizio o, in loro assenza, da documentazione tecnica e lavori di Letteratura che trattano sorgenti analoghe. Si ottiene così un anagrafe delle sorgenti di rischio effettivamente operanti nella propria struttura. Parametri radiometrici e non come: lunghezza d'onda  $\lambda$  del fascio, radianza  $L$  della sorgente, irradianza  $E$ , esposizione radiante  $H$  e tempo di esposizione  $t$  sono fondamentali per poter catalogare i livelli di emissione di una macchina. In caso di mancanza di questi nella documentazione allegata allo strumento, a maggior ragione se si parla di dispositivi medici, si deve fare riferimento direttamente al costruttore. Questo ha l'obbligo di fornire informazioni sui parametri specifici riguardanti la natura, il tipo, l'intensità e la distribuzione delle radiazioni emesse. Deve essere inoltre presente una adeguata etichettatura, la conformità alle norme di prodotto (UNI, EN, CEI, CE) ove esistenti e la marcatura CE. Il fabbricante, seguendo le norme tecniche, assegna un livello di emissione alla propria macchina. I laser seguono la norma CEI EN 60825 dove sono presenti la vecchia classificazione: classi 1, 2, 3A, 3B e 4 e la nuova classificazione attiva dal 01/07/2005: classi 1, 2, 2M, 3R, 3B e 4. Le macchine che emettono ROA non coerenti seguono la UNI EN 12198:2009 e presentano tre categorie di emissione: 0,1,2. Le lampade, i sistemi di lampade e LED seguono la CEI EN 62471:2009 e sono presenti quattro gruppi di rischio: esente,1,2,3. La norma CEI EN 62471 anche se non definisce vincoli specifici per la marcatura rappresenta attualmente lo stato dell'arte in termini di informazioni sulla sicurezza fotobiologica. Oltre le grandezze radiometriche bisogna tener conto di altri fattori importanti:

- ubicazione della sorgente → acquisizione dei layout e delle planimetrie;
- modalità di utilizzo → distanza dell'operatore, verifica di eventuali riflessioni (solo per i laser);
- emissione della sorgente → continua o variabile;
- soggetti "particolarmente sensibili" che utilizzano tale sorgente di rischio → lavoratori con dispositivi medici impiantati (cristallino artificiale) o utilizzatori di sostanze chimiche fotosensibilizzanti, lavoratrici in gravidanza, albin, portatori di patologie del collagene, portatori di Drusen.

Unendo queste informazioni si può procedere con la valutazione del rischio.

Nell'articolo 181, comma 3, del decreto 2006/25/CE, il legislatore, avvalendosi delle classi di emissione sopra citate, definisce chiaramente quali sono le situazioni che non necessitano un approfondimento del rischio dette appunto situazioni "giustificabili". In questa categoria rientrano la maggior parte delle sorgenti censite basti pensare a tutte le lampade di illuminazione generale (lampade a soffitto), lampade da tavolo, stampanti, scanner, monitor, fotocopiatrici, segnaletica luminosa. Questo aspetto della norma, dati alla mano, permette di ottenere un'importante scrematura. Rimangono da valutare caso per caso le situazioni "non giustificabili". A rigor di logica, per ottenere la miglior stima possibile del rischio, occorrerebbero misure sperimentali con un adeguata strumentazione tarata: spettroradiometro, radiometro a larga banda e del personale tecnico adeguatamente qualificato e con esperienza nel settore. Avvalendosi sempre del decreto è possibile identificare le situazioni ad "alto" rischio: esempi sono laser di classe 4 o lampade non schermate appartenenti al terzo gruppo per le quali le misure risultano obbligatorie. Le sorgenti rimanenti a "basso-medio" rischio sono valutabili usando "prudenzialmente" i valori massimi di emissione per la propria classe di appartenenza presenti nei manuali o nelle norme tecniche e confrontarli con i corrispondenti valori limite presenti nell'allegato XXXVII del Testo Unico in materia di sicurezza: D.Lgs. 81.

Provvedimenti tipici possono essere: sostituzione delle fonti di rischio con dispositivi tecnologicamente più avanzati, programmi di manutenzione specifici come ad esempio la schermatura adeguata delle macchine, tendaggi o l'utilizzo di filtri, predisposizione di zone ad accesso limitato con apposita segnaletica laddove sussista il rischio di sovraesposizione, dispositivi di protezione individuale e collettiva obbligatori per pazienti e tecnici. Dal punto di vista umano è utile l'attivazione di corsi di informazione, formazione ed educazione del personale con aggiornamenti ricorsivi. Inoltre sono essenziali controlli sanitari periodici sul personale per individuare tempestivamente effetti negativi immediati per la salute o limitare eventuali danni a lungo-termine.

Usando questa strategia si ottiene un'adeguata e soddisfacente valutazione del rischio ottenibile in tempi ragionevoli e con dei costi contenuti.

Purtroppo scarseggiano stime attendibili sull'incidenza degli infortuni professionali dovuti all'esposizione a radiazioni ottiche per due ragioni principali. La prima è che, a parte per eritema e ustioni, gli effetti non sono immediatamente riscontrabili. La seconda è che ogni giorno si è esposti sia alla luce artificiale sia a quella solare in dosi difficilmente quantificabili e secondo modalità (luce diretta o diffusa) estremamente disomogenee. Nel caso dei laser invece, le lesioni si manifestano subito ed è per questo che il personale è più cauto e formato e gli incidenti sono meno probabili.

### Esempio Pratico di Gestione del Rischio



Fig.1: cabina PUVA – vista frontale



Fig.2: cabina PUVA – interno

Come esempio pratico di gestione del rischio ROA può essere svolto considerando una cabina per fototerapia dermatologica. Una cabina di questo tipo, rappresentante lo stato dell'arte per questo tipo di tecnologia, è rappresentata nelle fotografie di cui alle figure 1 e 2 eseguite presso la U.O. di Dermatologia dell'ospedale "Infermi" di Rimini. La macchina monta 40 lampade e utilizza la tecnologia UV a bassa pressione. Le lampade in dotazione sono: UVA (PUVA): lunghezza d'onda  $\lambda_{UVA}$  tra i 310 nm e i 400 nm, con  $\lambda_{picco}$  a 350 nm e potenza a 100 W e UVB NB (banda stretta): lunghezza d'onda  $\lambda_{UVB}$  tra 290 e i 330 nm, con  $\lambda_{picco}$  a 311 nm e potenza a 100 W. Queste possono essere usate combinate oppure in monoterapia. Il fabbricante dichiara come valori di irradianza efficace  $E_{eff}$  un minimo di 81.5 W/m<sup>2</sup> ed un massimo di 94.5 W/m<sup>2</sup> per entrambe le lampade. Tale valore è stato rilevato con un misuratore esterno tenuto ad una altezza di un metro da terra ed una distanza di 20 cm dal pannello. Non sono previsti dai medici dermatologi prescrittori utilizzati in terapia combinata.

Le dosi per il paziente sono le seguenti:

- terapia UVA: 50 J/m<sup>2</sup> fino a 100
- terapia UVB: 10 J/m<sup>2</sup> fino a 260

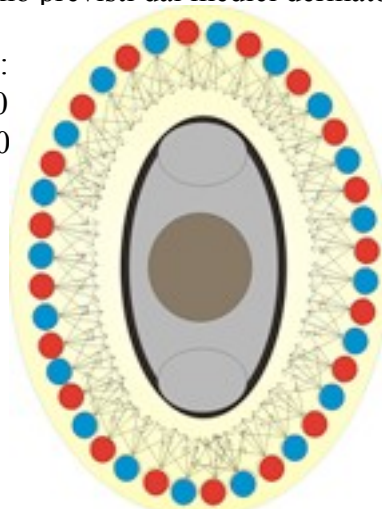


Fig.3 Schema irradiazione della cabina PUVA

Nonostante i pannelli acrilici a protezione dalle lampade l'operatore potrebbe venire a contatto con le radiazioni UV che sono in grado di danneggiare occhio e cute. Quindi la macchina sicuramente rientra nelle sorgenti di rischio ROA non coerenti.

I calcoli sono stati fatti nella situazione di caso peggiore: massima irradianza efficace  $E_{\text{eff}}$ , esposizione diretta alla sorgente per un intervallo di tempo  $\Delta t$  senza DPI per occhi e cute.

La relazione matematica che modella questa situazione è:  $H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$ .

$H_{\text{eff}}$  è il valore limite di esposizione radiante efficace ricavabile nell'allegato XXXVII del D.Lgs. 81.

Nel caso di funzionamento con sole lampade UVA il tempo minimo per avere una sovraesposizione è:  $t_{\text{maxUVA}} \approx 105$  sec con rischi di catarattogenesi per il cristallino.

Nel caso di funzionamento con sole lampade UVB il tempo minimo per avere una sovraesposizione è:  $t_{\text{maxUVB}} \approx 0,3$  sec con rischi di fotocheratite, congiuntivite, catarattogenesi, eritema, elastosi e tumori della cute.

È presente un sistema di spegnimento automatico delle lampade in caso di apertura del portello della camera durante una terapia. Tutte le operazioni di manutenzione ordinaria vengono fatte con la macchina spenta. Per gli operatori come per i pazienti sono obbligatori occhialini appositi come dispositivi di protezione individuale (DPI).

La valutazione del rischio, effettuata sulla base di un preciso albero dei guasti, può dirsi conclusa con esito positivo poiché nonostante il rischio si possa manifestare con bassi tempi di esposizione, le precauzioni prese dal personale (norme di comportamento), i sistemi di sicurezza del sistema (schermature, spegnimento lampade a porta aperta) permettono con livello adeguato di sicurezza di evitare esposizioni indesiderate. Particolare attenzione, formazione e norme di comportamento vanno comunque messe a punto per gli addetti alla manutenzione considerato che durante attività di riparazione possono aversi situazioni in cui vengono a meno le barriere di protezione intrinseche del sistema.

Schema elementare per l'applicazione delle direttiva sui ROA

